Le contenu organisationnel de l'innovation face aux choix techniques
Le cas d'une conception de lignes automatisées à BSN

Michel Freyssenet (GIP Mutations Industrielles)
Pierre Henri Suatton (DRHS, S.A. Evian, BSN)

1. LES QUESTIONS DE DEPART

par M. Freyssenet

La recherche présentée résulte d'interrogations sur les processus de conception des installations automatisées et leurs conséquences sur l'évolution du contenu du travail.

Si l'on a pu montrer que les choix techniques essentiels ont un contenu organisationnel et social, et que par conséquent ils ne sont pas neutres, peut-on à l'inverse parvenir, à partir d'un autre projet organisationnel et social, à des choix techniques sensiblement différents et à une autre forme d'automatisation, à une automatisation qui serait réellement et durablement qualifiante et rapidement performante? Comment peut-on mettre en harmonie les principes de conception technique et les principes qui inspirent les organisations qualifiantes?

En l'absence de cas connus, il ne pouvait être répondu à ces questions qu'en tentant une expérience avec des ingénieurs chargés d'un projet d'automatisation, et avec l'équipe d'ouvriers envisagée pour conduire les futures installations. Une opportunité s'est présentée dans une des sociétés du groupe BSN qui avait un projet d'automatisation d'une ligne d'embouteillage-verre.

Freyssenet M., Suatton, P.H. “Le contenu organisationnel et social des choix techniques: le cas de la conception de lignes automatisés chez BSN”, in *Entreprises et chercheurs: à la recherche d’un partenariat*, Paris, L’Harmattan, 1991, pp 85-96. Édition numérique, freyssenet.com, 2006, 160 Ko.

2. LES OBJECTIFS DE LA COOPÉRATION POUR LES PARTENAIRES
par P.H. Suatton

Le projet d'automatisation en question concernait la construction d'une nouvelle ligne d'embouteillage-verre sachant que la précédente ou les précédentes - il s'agit de deux lignes remplacées par une - étaient déjà, en partie, automatisées. La question était: allons nous plus loin ou nous contentons-nous du niveau d'automatisation actuellement constaté? Ce problème de définition des objectifs nécessite de distinguer quatre niveaux de partenaires.

2.1. Premier partenaire: le groupe BSN

Pourquoi BSN a-t-elle accepté cette approche et cette proposition de travail de collaboration?

Le but était d'expérimenter concrètement une approche de conception de process sur un site industriel, en lien avec les préoccupations qui ressortaient du projet économique et social de BSN qui place l'homme au centre des dispositifs de travail [1]. En outre existaient déjà des travaux qui, sans être approfondis, rejoignaient les réflexions de Michel Freyssenet.

De plus, BSN était inquiète devant les constats faits sur les nouvelles lignes mises en place qui n'atteignaient que faiblement les objectifs de cadence théorique. Plus on augmentait la cadence d'une ligne de conditionnement, plus on s'éloignait du cent pour cent de rendement.

Le dernier point de rencontre entre BSN et le GIP Mutations Industrielles a été une approche intellectuelle qui consistait en un souci d'essayer autre chose que du consulting traditionnel pour comprendre et résoudre ce type de problème.

2.2. Deuxième partenaire: la direction générale et la direction des relations humaines et sociales de la Société

La Société avait parfaitement conscience qu'elle devait améliorer la conception et la réalisation des investissements industriels, car les dernières lignes réalisées se caractérisaient par:

- la mauvaise atteinte des objectifs technico-économiques prévus initialement (montée en cadence lente, importance des corrections après-coup, taux de marche réel de 60ˇ% par rapport au rendement initial prévu);
- le manque d'implication des opérateurs dans la conception des nouveaux investissements malgré les "litanies participatives" que nous incantions régulièrement. Le Service Organisation-Formation intervenait un mois avant la mise en oeuvre d'une ligne pour réaliser des opérations de formation assez rapides.

[1] Cf. le Rapport RIBOUD, *Modernisation mode d'emplo*i, UGE, 1987.

Freyssenet M., Suatton, P.H. “Le contenu organisationnel et social des choix techniques: le cas de la conception de lignes automatisés chez BSN”, in *Entreprises et chercheurs: à la recherche d'un partenariat*, Paris, L'Harmattan, 1991, pp 85-96. Édition numérique, freyssenet.com, 2006, 160 Ko.

Pour aider ses sociétés dans ces démarches d'automatisation, BSN avait réalisé un guide d'enrichissement des projets techniques. On devait s'efforcer de pratiquer cet enrichissement en travaillant sur quatre axes à partir d'un projet technique (les conditions d'exploitation, les conditions de travail, les relations de travail et l'organisation, l'évolution prévisible de l'outil technique) et ce avec quatre partenaires qui étaient les concepteurs, les opérateurs (y compris la maintenance), les décideurs et l'équipe projet de réalisation [1]. Mais pour rentrer de plein pied dans cette démarche préconisée par BSN, la Société recherchait une aide extérieure.

2.3. Troisième partenaire: la Direction de l'Usine

Les objectifs étaient ici sensiblement les mêmes que ceux de la Société, tout en étant "personnalisés" par le directeur de l'usine selon deux axes:
- son intérêt pour le développement d'une approche participative. Pour lui, l'accent doit être mis sur l'observation et l'interrogation des opérateurs sur le terrain;
- le fait de se donner des armes pour lutter contre une approche jugée trop impérialiste de la direction technique de la Société en augmentant le nombre d'arguments permettant d'infléchir les choix des techniciens.

2.4. Quatrième partenaire: le Service Etudes

Ce service, intégré à la Direction Technique de la Société, constitue un mélange de bureau d'étude et de bureau d'industrialisation.

Son objectif était de donner des gages de bonne volonté aux différents partenaires déjà évoqués en se dédouanant d'une approche trop technicienne, pour désamorcer les éventuels reproches ultérieurs de non-atteinte des objectifs assignés à la nouvelle installation. Il voulait par là désamorcer la "guerre de tranchées" entre concepteurs et opérationnels, encore trop fréquente dans les projets d'automatisation.

Il était également sensibilisé à une approche plus "ergonomique" de la conception des postes de travail. L'idée est de faire en sorte qu'à travers quelques transformations d'une machine, qui ne sont pas fondamentales, le poste de travail soit plus confortable, plus efficace en termes de réaction d'opérateur, mais sans que cela remette en cause fondamentalement son rôle d'opérateur. Il s'agit en quelque sorte de mieux faire rentrer les opérateurs dans le "moule" technique que les constructeurs et les techniciens ont élaboré.

La consignation de tous ces objectifs a abouti à une sorte de négociation implicite qui a donné lieu à un consensus mou, basé sur le plus petit dénominateur commun qui était d'écouter les opérateurs, d'aller à la base voir ce qui se fait aujourd'hui, voir ce qui est mauvais ou bon, ce qui est à reprendre et à ne pas reprendre. Pour certains cela signifiait partir des observations des opérateurs pour concevoir la nouvelle ligne, pour d'autres il s'agissait de valider (ou très éventuellement d'invalider) des options techniques déjà prises.

---

[1] O. du Roy, J. Tubiana, *Réussir l'investissement productif*, Les Editions d'Organisation, 1985.

3. LE DÉROULEMENT DE LA COLLABORATION
par M. Freyssenet

3.1. Le démarrage de l'opération

Un avant-projet avait été remis en novembre 1987 par le Service des Études de la Société à la direction générale de BSN pour obtenir son accord de principe compte tenu des investissement prévus et des gains escomptés. Le cahier des charges des différentes machines et équipements divers devait être terminé fin février 1988. Compte tenu du travail, il était à première vue aberrant de réaliser une opération de recherche dans des délais si courts. Le discours tenu alors par BSN était le suivant: "Si, vous les chercheurs, vous voulez entrer dans l'entreprise, sachez vous plier à leurs contraintes et à leur calendrier.".

Prévue sur deux mois, la recherche a pu en fait s'effectuer sur six. En raison d'un accroissement brutal des ventes sur un autre produit, la ligne d'embouteillage-verre est devenue un investissement moins urgent. Le calendrier s'en est trouvé modifié.

3.2. Le lieu de l'étude

La Société pensait depuis plusieurs années que l'atelier d'embouteillage-verre allait progressivement disparaître, le verre n'ayant plus d'avenir commercial. Le produit allait être entièrement conditionné en bouteille PVC ou PET. En fait il est apparu qu'une demande embouteillage-verre se maintenait sur deux marchés particuliers, socialement valorisés, que l'embouteillage-verre jouait un rôle très important dans l'image du produit lui-même. D'où la décision de créer un atelier nouveau avec une ligne d'embouteillage multi-formats et entièrement automatisée avec suppression des opérations qui restaient "manuelles": le triage des bouteilles à l'entrée, le "mirage" visuel des bouteilles lavées avant et après remplissage.

La situation initiale de l'atelier

* un atelier très exigu et mal conçu
* un atelier fonctionnant en deux-huit
* des équipes de dix neuf personnes (+ les remplaçants)
* un équipement composé de deux lignes:
-> une ligne de bouteilles "un litre" ayant une cadence théorique de 24.500 bouteilles/heure et une cadence réelle de 15.500
-> une ligne de bouteilles "petits formats" ayant une cadence théorique de 12 – 14.000 bouteilles/heure et une cadence réelle comprise entre 10.000 et 12.500.

Cet atelier nécessitait annuellement deux millions de francs pour son maintien en état et pour quelques améliorations de productivité et de qualité, et cinq millions de francs pour la maintenance courante.

3.3. Le projet initial

Le diagnostic fait par le Service des Etudes était que les mauvaises performances tenaient à la vétusté de l'atelier. L'avant-projet prévoyait, dans un bâtiment nouveau, une ligne multi-formats d'une cadence théorique de 40ˇ000 bouteilles/heure pour les "1 litre" et 60ˇ000 pour les petits formats, avec une réduction très sensible de l'effectif, puisque les coûts directs et indirects de main-d'oeuvre étaient divisés par quatre et les coûts de maintenance divisés par deux. L'investissement total devait s'élever à 69 millions de francs, avec un retour d'investissement de 4 ans 6 mois. Bien que ce retour ait été considéré comme assez moyen, il était cependant acceptable étant donné la nécessité de continuer d'associer le produit à l'embouteillage-verre pour conserver son image commerciale.

3.4. L'enquête

L'enquête a été engagée parallèlement auprès des personnes en charge du projet, à savoir les ingénieurs du Service d'Etudes, et auprès des opérateurs, sur les lignes existantes, pour analyser avec eux quels étaient les problèmes qui se posaient.

Le cahier des charges type qui devait être utilisé pour la commande des nouvelles machines contenait un article 1. dans lequel on pouvait lire: "Les machines automatisées de la nouvelle ligne doivent pouvoir être conduites par de la main-d'oeuvre sans qualification". Le cahier des charges était l'illustration, on ne peut plus claire, de la non-harmonisation entre les intentions de la direction de l'usine, à savoir de requalifier le personnel, et les demandes du Service des Etudes auprès des constructeurs de machines. Cet article 1. avait très logiquement des conséquences précises sur les spécifications techniques en matière de simplification de la conduite, d'implantation de très nombreux arrêts automatiques, de verrouillage de commandes, etc... ne donnant à voir du fonctionnement des machines que ce qui était jugé nécessaire et suffisant pour des non-qualifiés.

Au-delà du cahier des charges type, les discussions avec les ingénieurs ont fait apparaître qu'ils étaient guidés dans leurs choix techniques par une représentation de ce que doit être à leurs yeux un opérateur sur ligne automatisée. "Au fond, disaient-ils, un opérateur c'est comme un conducteur avec sa voiture, une ménagère avec son lave-linge ou une secrétaire avec sa photocopieuse. S'il y a une panne, il appelle le dépanneur.". Il était donc inconcevable pour eux de modifier la conception des machines pour permettre à l'équipe de conduite de contribuer à la fiabilisation de celles-ci, grâce à une plus grande lisibilité et intelligibilité.

La surveillance qu'exercent les opérateurs était aussi perçue par eux comme une activité largement improductive, pouvant être utilement remplacée par des arrêts automatiques et des alarmes. Dispensés de surveillance directe, les opérateurs pouvaient alors exécuter des tâches annexes, ou se voir confier la surveillance de plusieurs machines.

La ligne devant être entièrement neuve, il paraissait évident qu'elle devait être aussi automatisée que possible, pour tirer avantage des dernières avancées techniques. Dans cet esprit, le mirage visuel devait être remplacé par un appareil électronique de détection des défauts de lavage.

Freyssenet M., Suatton, P.H. “Le contenu organisationnel et social des choix techniques: le cas de la conception de lignes automatisés chez BSN”, in *Entreprises et chercheurs: à la recherche d’un partenariat*, Paris, L’Harmattan, 1991, pp 85-96. Édition numérique, freyssenet.com, 2006, 160 Ko.

Deux postes sensibles

* Le poste de mirage visuel
Les bouteilles vides, après lavage, défilent devant un mireur ou une mireuse à cadence très élevée. Le mireur ou la mireuse extrait à la volée la bouteille qui présente tel ou tel défaut. On distingue le mirage des "vides" après la laveuse et le mirage des "pleines" après l'embouteillage, certains défauts n'apparaissant que lorsque la bouteille est remplie.

* Le poste de triage des bouteilles
Les caisses de bouteilles arrivent sur des palettes. Dépalettisées, elles entrent sur des convoyeurs. Avant que les casiers arrivent dans la décaisseuse, des opérateurs doivent rapidement nettoyer les casiers pour les débarrasser des morceaux de bois qui peuvent s'y trouver, des bouteilles renversées, des feuilles en automne, des nids d'oiseaux au printemps, etc. bref d'une multitude d'objets imprévisibles pouvant empêcher le décaissage. Ils doivent également éliminer les bouteilles cassées, fêlées, ébréchées, non lavables, etc..et retirer les opercules.

Enfin, il était admis que, compte tenu des pannes inévitables, le taux d'engagement global de la ligne ne pourrait dépasser 80 %. Ce taux faible résultait de la difficulté de l'usine d'élever l'engagement de ces lignes et de la conviction qui s'était installée d'un taux incompressible. Le taux de 80 % apparaissait même ambitieux aux regards des taux obtenus sur les lignes verre.

3.5. L'histoire révélatrice de l'atelier

L'importance des arrêts était en fait liée à l'histoire de l'atelier. Une dizaine d'années plus tôt, la Société, pour élever la productivité devenue moindre que celles obtenues par les concurrents, avait pris une série de mesures qui se sont révélées contre-performantes.

La réduction du nombre des opérateurs au triage des bouteilles (voir Encadré 7). Une désoperculatrice ayant été installée, on en avait déduit que le travail des opérateurs allait être considérablement allégé. De trois trieurs on était passé à un opérateur devant surveiller la désoperculatrice et assurer le nettoyage des casiers et le triage des bouteilles. Or, à certains moments, il lui était littéralement impossible de faire face à tous les défauts, ceux-ci arrivant par rafales et de manière relativement aléatoire. Dans ces conditions, des bouteilles impropres s'engageaient sur la ligne. Les opérateurs, répartis le long de celle-ci, au lieu de surveiller leurs machines, devaient enlever ces bouteilles pour éviter les incidents qu'elles pouvaient provoquer notamment dans la laveuse.

L'élévation de la cadence instantanée. Elle a eu pour conséquence d'imposer à chaque mireuse un défilement de 10ˇ000 à 12ˇ000 bouteilles/heure. La dévalorisation de la fonction mirage, au cours des années, avait fait oublier que le mirage visuel ne pouvait se faire correctement au-delà de 8ˇ000 bouteilles/heure en cadence instantanée.

L'installation d'une régulation automatique visant à réduire les "coups d'accordéon" mais qui provoquait fréquemment des chutes de bouteille et des incidents.

3.6. Une situation d'incompréhension mutuelle

Loin de s'améliorer, les performances ont eu tendance à se dégrader, créant une situation d'incompréhension mutuelle entre l'atelier et l'encadrement, chacun se construisant une explication, dans laquelle l'autre était responsable des mauvais résultats soit par incompétence soit par volonté délibérée.

Les entretiens menés avec les opérateurs (environ 25 sur 50) ont permis de constater qu'ils avaient une connaissance très approfondie de la ligne, de ses défauts, des incidents, des pannes, de leur origine, de leur fréquence, de leurs conséquences et des moyens d'y remédier.

Un épais dossier d'une centaine de pages répertoriant toutes ces informations a été constitué. Le Service des Etudes et le chef d'atelier ont découvert alors des incidents, des pannes, des défauts importants qu'ils ignoraient ou sous-estimaient. Trois séances, de quatre heures chacune, ont été nécessaires pour les étudier.

Il y eut alors prise de conscience que la ligne, initialement imaginée, dans l'ignorance de ces problèmes, aurait des performances décevantes et que l'automatisation intégrale était, en l'état actuel de la technique, impossible.

Par exemple, de tous les défauts identifiés, l'appareil électronique de mirage ne pourrait en détecter que deux à 100ˇ% et quatre presque complètement mais avec des exceptions, et ignorerait les onze autres et surtout éjecterait à tort la bouteille dans sept autres cas. L'automatisation du mirage ne pouvait être retenue. L'économie générale du projet s'en trouvait bouleversée.

Plus fondamentalement, il est apparu qu'un projet technique ne pouvait prévoir toutes les situations et en conséquence garantir une fiabilité et des résultats au fondement du calcul de rentabilité, ceux-ci ne pouvaient être atteints que par la fiabilisation de la ligne par l'équipe de conduite et de maintenance et donc par un renversement complet de la conception des rapports homme-machine.

L'enquête auprès des opérateurs a fait également apparaître qu'ils contestaient le recours systématique aux arrêts automatiques pour une double raison: Fréquents, ils réduisent sensiblement le taux de marge et entraînent des déréglages et des incidents. Prétextes à libérer les opérateurs de la surveillance directe et à leur confier des tâches annexes, ils les empêchent de voir venir les défauts et les pannes, de les anticiper, et à travers cette activité d'acquérir et développer une véritable intelligence du fonctionnement de la machine et de la ligne.

Enfin, les opérateurs manifestaient peu d'intérêt pour un enrichissement limité de leur travail à travers la maintenance de premier niveau. Outre que jusqu'alors ils réalisaient de fait nombre d'opérations d'entretien, ils considéraient qu'un opérateur qui a, sur une machine, une panne fréquente -même complexe- est en fait plus compétent pour dépanner que le dépanneur qui a moins de rapidité de diagnostic et d'exécution. Donc émergeait l'idée, chez eux, qu'une requalification réelle impliquait qu'ils aient la maîtrise et la responsabilité complètes d'une opération, fut-elle complexe, et que le partage fabrication/maintenance pouvait se faire sur la base de la fréquence de la panne et non sur son niveau de difficulté.

3.7. La phase avortée de collaboration avec l'ingénieur responsable du projet

À partir de ces résultats, la discussion a pu s'engager avec l'ingénieur responsable du projet sur les principes nouveaux de conception à énoncer les spécifications techniques qui pouvaient en découler. La collaboration amorcée s'est brutalement interrompue quand l'ingénieur responsable du projet a dû, toute affaire cessante, préparer le cahier des charges et le projet des nouvelles lignes PET devenues prioritaires en raison de l'explosion des ventes aux USA. Le chercheur s'est retrouvé dans la situation complètement inattendue de rédiger seul un guide de conception de ligne d'embouteillage automatisée conduite par des ouvriers professionnels... et un nouveau projet pour l'atelier.

3.8. La portée pratique des recommandations

Il découlait des principes énoncés des transformations substantielles de la conception des machines et de la ligne remettant en cause leur architecture générale et leur mode de conduite. Cela impliquait que les constructeurs de machine apportent d'importantes modifications à leurs machines sur catalogue. La Société n'était pas en position pour imposer aux fabricants de le faire à un coût raisonnable, seul un changement de la demande des autres embouteilleurs peut les convaincre de la nécessité de proposer un autre type de machine à un prix équivalent.

3.9. Des enseignements pour la recherche

Sur le plan théorique, la démonstration était faite que des principes socio-organisationnels radicalement différents amènent à repenser entièrement la conception technique des installations. C'est même la condition pour que ces principes aient une influence réelle et durable sur l'évolution du travail.

4. LE BILAN DE L'OPÉRATION

par P.H. Suatton

Le projet est à mi-parcours (phase de construction du bâtiment et de consultation des fournisseurs de matériel), il est trop tôt pour dire dans quelle mesure les objectifs de transformation du rôle des opérateurs (les placer au centre du dispositif productif au lieu d'en faire les simples servants) seront atteints. Mais on peut d'ores et déjà citer différents points d'évaluation.

4.1. Les mesures prises sur la ligne existante

À court terme, des mesures ont été prises concernant le mirage:
- la mireuse automatique a été définitivement abandonnée
- la cadence instantanée a été abaissée pour permettre un meilleur mirage visuel
- le poste des operculatrices a été renforcé
- la politique d'affectations des personnes au mirage a été revue car on avait perdu la capacité à affecter les bonnes personnes sur ces postes, qui étaient considérés comme des postes de reclassement.

4.2. L'impact de l'étude sur les choix techniques de la nouvelle ligne

Le chercheur s'étant efforcé de recueillir et de mettre en forme avec les techniciens des informations concrètes, pratiques, opératoires, le document de synthèse qu'il a remis à l'issue de son intervention est un outil utilisé par l'équipe-projet (= les concepteurs, la production et la maintenance) dans la rédaction des cahiers des charges adressés aux fournisseurs de matériel. Malheureusement, il semble pour l'instant que les points retenus portent surtout sur les aspects les plus facilement négociables auprès des constructeurs: par exemple, la transparence de certaines parties des machines permettant d'en percevoir le fonctionnement interne, ou le soin apporté à s'assurer de la conformité des matières premières et fournitures d'exploitation.

Point important: on a notablement allongé les convoyeurs de liaison entre les différentes machines automatiques pour permettre une accumulation suffisante, laissant la place à une meilleure possibilité de régulation de la ligne par les opérateurs. La régulation de la ligne et les différents automatismes ne sont pas encore conçus, et devraient avoir une conception sensiblement différente des autres lignes.

4.3. L'impact de l'étude sur le choix organisationnel

Bien qu'aucune décision définitive ne soit encore prise dans ce domaine, quelques lignes fortes se dessinent, en grande partie issues de l'étude du GIP Mutations Industrielles:
* la capacité, démontrée par le chercheur, des opérateurs à s'exprimer positivement sur leur travail et la mise en évidence d'une culture "embouteillage verre" qu'on croyait oubliée ou inutile, a fait abandonner une option qui consistait à constituer la nouvelle ligne exclusivement avec des opérateurs non issus de l'ancienne ligne (jeunes CAP de conditionnement par exemple)ˇ;

* l'abandon de l'idée du "tout automatique" de certaines fonctions telles que le mirage, l'étude ayant démontré que la multiplicité des paramètres de non-conformité rendait impossible leur contrôle par aucune machine existante (ou nécessitait un coût de développement sans proportion avec l'enjeu).

Conclusion

Comme il arrive souvent aux interventions de ce type - où l'ambiguïté originelle, portant sur les objectifs, se reporte sur l'exploitation qui peut être faite de ses résultats - le bilan, à cette étape intermédiaire, ne peut être qu'en demi-teinte, et formulé surtout sous la forme interrogative.

Les concepteurs n'utilisent-ils pas l'étude que comme un moyen leur permettant de réaliser des installations sans changer l'état d'esprit antérieur (système fermé, homme considéré comme palliatif des défaillances des automatismes), mais en "optimisant" l'intervention humaine? On peut craindre en effet que tout abandon du recours à l'automatisation ne soit perçu par ces acteurs plus comme une faillite (temporaire?) de la technique que comme un renversement de la perspective de la conception.

La hiérarchie de la production et de la maintenance s'est-elle suffisamment affranchie de sa dépendance à l'égard du mode de pensée des concepteurs? On peut constater qu'il y a toujours une fascination des techniciens parmi ceux qui ne sont pas les concepteurs. La hiérarchie de production, quel que soit son niveau est toujours fascinée par la capacité et le langage des techniciens. En un mot, y a t-il eu une réelle appropriation des concepts développés par l'étude par les différents acteurs? Quelles sont les conditions de cette appropriation?